

Comunicaciones Inalámbricas en Zonas de Desastre Inundaciones

Matías Pereira, Leonardo Gaggero, Alejandro Drabenche *

Abstract

En este trabajo mostramos una solución para comunicaciones inalámbricas en zona de desastre afectadas por inundaciones. Se analizan los vínculos, equipamiento y personal que va a hacer uso de los mismos. Se exponen antecedentes de inundaciones en la Argentina; un modelo de organización por zonas; el análisis del equipamiento involucrado y se muestran las justificaciones de la elección de las diferentes tecnologías propuestas.

Finalmente son presentadas las conclusiones de la investigación y recomendaciones. En el presente trabajo no se realizaron cálculos o estadísticas, ni se propone o examina la implementación de la solución en otro ámbito distinto de las inundaciones, o con otro tipo de antecedentes.

Index Terms

Celular, comunicaciones inalámbricas, inundaciones, rugged, satélites, zonas de desastre.

Nomeclatura

Backhaul: Enlace de interconexión entre redes de datos o de telefonía móvil.

BSC: Controlador de Estación Base, del inglés Base Station Controller.

BTS: Estación Base Transmisora, del inglés Base Transceiver Station.

CDMA2000: Estándares de telecomunicaciones de tercera generación que utiliza CDMA para enviar voz, datos y señalización entre celulares y estación base.

CORE: Shelter central que se encuentra en el anillo más externo con funciones de transporte e inteligencia entre otras.

GPRS: General packet radio service.

GPS: Sistema de posicionamiento global.

* Alumnos de la Facultad de Ingeniería - UP.

GSM: Sistema Global para las telecomunicaciones Móviles.

Handheld: Ordenador portátil para diversas aplicaciones, que puede ser llevado a cualquier parte mientras se utiliza.

Hummer: Marca de automóviles todo terreno.

IP: Protocolo de Internet o también estándar IEC 60529.

Macrocela: División lógica del alcance de la celda de comunicaciones que va desde 1Km a 15Km.

MSCO/MSC: Oficina Móvil de Conmutación de Telefonía.

PDA: Computador de mano.

Picocelda: División lógica del alcance de la celda de comunicaciones que abarca hasta 1Km.

PLMN: Red Pública Móvil Terrestre, del inglés Public Land Mobile Network.

PSTN: Red de Telefonía Básica, del inglés Public Switched Telephone Network.

PTT: Método para comunicarse en líneas half-dúplex.

Rugged: Diseño para operar en ambientes y condiciones hostiles.

SMS: Servicio de mensajes cortos.

VoIP: Voz sobre IP.

Introducción

El continuo cambio climático junto con la expansión de poblados en zonas remotas, son temas que aumentan la probabilidad de que una persona se vea involucrada en una zona de desastre en forma rápida. El mayor contacto con la tecnología que tienen nuestras vidas hoy en día debe ser aprovechado en estas situaciones climáticas extremas. Aquí la rápida y eficiente respuesta desde el primero al último eslabón del personal involucrado es materia de vida o muerte.

En este marco, las comunicaciones son un apoyo esencial y debe ser considerado con la importancia que amerita.

De nada sirve contar con la última tecnología de comunicaciones si no podemos establecer vínculo entre nosotros y con el mundo exterior. Desde el rescatista buscando víctimas hasta el voluntario contribuyendo a la logística para los afectados, todos necesitan estar comunicados y la tecnología ofrece muchas alternativas diferentes. Las comunicaciones en una zona de desastre deben restablecerse lo más rápido posible con un servicio básico (voz) y luego trabajar en más y mejores servicios (datos, video) teniendo en cuenta la oportunidad, seguridad e integridad de los datos.

Debido a la hostilidad del ambiente en que estará envuelto el equipamiento, éste debe cumplir con normas y estándares más exigentes. Diseñados para el correcto funcionamiento en condiciones extremas, cumpliendo con las características que mejor se adapten a cada situación.

Dada la cantidad de variantes que pueden presentarse en una zona de desastre, este trabajo será acotado a un tipo de zona de desastre en particular, basándonos en experiencias dentro de nuestro país: zonas de desastre afectadas por inundaciones.

En los últimos años se han registrado inundaciones generadas por la alteración del clima y la deforestación que provoca una más lenta absorción del agua. Esto sumado a precipitaciones extremas causan la rápida subida del nivel de agua, inundando grandes áreas y generando nuevas zonas de desastre a ser atendidas.

Hoy en día, el plan para atacar este tipo de situaciones, en lo referente a comunicaciones, es insuficiente. Se deja todo en manos de elementos de comunicación que no están preparados o no están pensados para este tipo de ambiente tan hostil, además de no existir un plan de contingencias apropiado para la situación.

Las inundaciones son causadas por dos factores ambientales / climatológicos fundamentales: El cambio climático que genera una intensidad de lluvias mayor y la deforestación descontrolada que quita permeabilidad al suelo. Éste actúa como esponja absorbiendo el agua, la deforestación provoca una disminución en esa capacidad de absorción. Por consiguiente, una crecida mucho mayor en proporción a la absorción del suelo, provoca que lo que antes era una crecida por lluvia, ahora sea una inundación en cuestión de minutos.

La facilidad de comunicación que ofrece una ciudad desarrollada es seductora, tanto que damos por sentado que siempre estará ahí. Es un error serio pero común subestimar la complejidad e importancia de las comunicaciones, es por ello que este trabajo intenta mostrar parte de este inmenso mundo.

Las comunicaciones pueden parecer sólo un problema para el tercer mundo pero, incluso las áreas urbanas mejor desarrolladas pueden encontrar sus servicios telefónicos vía PSTN y móviles fuera de acción a causa de un desastre natural. Los cables pueden dañarse o puede no haber manera de proveer suministro eléctrico a las centrales telefónicas, dejando a miles de usuarios incomunicados. Por otro lado, un sistema de telefonía, por más perfecto que sea, no está diseñado para que todos los clientes hablen al mismo tiempo. Durante una crisis, puede haber demasiado tráfico como para que el sistema lo maneje, por lo que terminará sobrecargado y los clientes no podrán realizar llamadas.

Éstas son algunas de las razones por las que un equipo de rescate debe auto proveerse de su propio sistema de comunicaciones, que no dependa de líneas telefónicas o cables de energía del área afectada. También será necesaria una solución que pueda estar funcionando en pocas horas, en cualquier lugar del mundo, sin previo aviso o tiempo para elaborar planes de ingeniería. El sistema debe ser además, lo suficientemente portable como para ser ubicado rápidamente en el sitio adecuado por un número reducido de personas, que estarán muy ocupadas como para perder horas lidiando con compleja tecnología.

Uno de los puntos de este trabajo plantea dividir el área de desastre en distintas zonas o anillos, dependiendo del nivel de anegación de cada una. Esta división busca organizar los distintos recursos de los que se va a disponer, el personal implicado y la resistencia necesaria en los equipos, entre otros; ya que el tipo de ayuda requerida no es igual en todas las zonas. El anillo interior (la zona más afectada) será donde menos servicios de comunicaciones se podrán recibir debido a la complicación para acercarse con equipamiento pesado. Además, en estas zonas serán utilizados equipos rugged de menor porte, para facilitar su transporte y manejo por parte de los rescatistas. Por otro lado, en una zona más alejada y segura será ubicado un centro de control, en donde se montarán los equipos de mayor porte, y confluirán todas las comunicaciones y servicios.

Las tecnologías de comunicación a utilizar deberán considerar diferentes desafíos técnicos como ser: transmisiones inalámbricas capaces de traspasar objetos (paredes, árboles); caída de señal debida a lluvia o espejos de agua grandes; variedad de dispositivos que soporten la tecnología; seguridad de la información; facilidad de despliegue; consumo eléctrico (UPS - baterías); etc.

En las secciones siguientes se proporcionara la información necesaria, en cuanto a equipos y procedimientos se refiere, para establecer las comunicaciones en la zona afectada. Esto incluye el método de funcionamiento y características de los equipos, topología de la red, condiciones de funcionamiento, entre otros.

Este trabajo presenta una solución que permitirá aprovechar al máximo la tecnología y aplicaciones hoy disponibles y así facilitar el correcto funcionamiento de los equipos de rescate y demás organismos involucrados en la zona de desastre. Además, proveerá de información que ayude a complementar un plan de contingencia en zona de desastre.

I. Antecedentes

En este punto abordaremos los fenómenos meteorológicos que generan inundaciones para interiorizarnos del contexto en el cual desarrollamos el documento, y evaluar hasta qué punto estos fenómenos afectan a las comunicaciones.

Dos son las causas que generan las inundaciones en nuestro país, por un lado tenemos un incremento en las precipitaciones en ciertas zonas y por otro lado la falta de absorción del suelo debido al desmonte y la deforestación en la totalidad de las zonas afectadas, ambos motivos que explicaremos a continuación.

Para lo referente al aumento de las precipitaciones, tenemos el fenómeno de “La Niña”. Dicho fenómeno está caracterizado por una disminución de la temperatura del pacífico Ecuatorial. A consecuencia de esto tomamos un punto que nos interesa para entender respecto a lo que son inundaciones.

El fenómeno Meteorológico descrito anteriormente que afecta la zona del Noroeste y límite con Bolivia incide en el aumento de las precipitaciones y el consecuente desborde del caudal de los ríos, aunque esto no es lo único que genera las inundaciones. Por otro lado tenemos el desmonte constante. A consecuencia directa de esto se genera una

quita de permeabilidad del suelo y que el mismo no absorba a tiempo el agua generada por las precipitaciones y el aumento en el caudal del río.

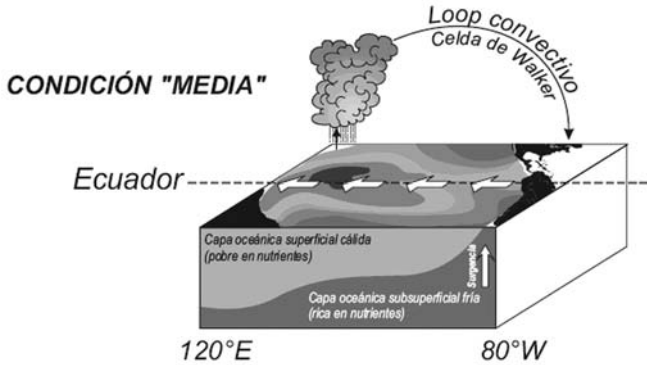


Fig. 1 Fenómeno de "La Niña"

Las inundaciones en la zona de Santa Fe también están generadas por la mano del hombre y tendientes a seguir sucediendo.

Aquí tenemos también una serie de factores que ayudaron a que la inundación se sucediera. Tenemos como causa la deforestación, que tiene como consecuencia que la tierra absorba mucho menos el agua de lluvia y que la misma siga corriendo por la superficie y no se formen las napas subterráneas. Sumado a la imposibilidad de desagüe ya que está rodeado por un terraplén.

Otro factor que ayuda a las inundaciones en la zona de Santa Fe, es que dicha zona se encuentra en la parte baja (lo que se denomina aguas abajo) de la cuenca del plata y cuando se desbordan los ríos Paraná y Paraguay la región sufre el impacto de las grandes crecidas.

Las inundaciones en nuestro país por causa del cambio climático no tienen solución a corto plazo. Las crecidas de los ríos, no son algo nuevo ni algo que sucediera últimamente ya que existen factores geográficos que ayudan a dicho fenómeno; pero el nivel de catástrofe es consecuencia del cambio climático y tendientes a seguir sucediendo, es por eso que estar preparados ante tales catástrofes lo antes posible es una necesidad y es por dicho motivo que nosotros daremos una solución en el área de comunicaciones.

II. Necesidad

En este punto demostraremos el por qué de la necesidad de contar con comunicaciones dentro del área de desastre, ya que hasta ahora todos los planes de contingencia han fallado.

Con respecto al mismo, fue elaborado por distintas organizaciones con el objetivo de no repetir experiencias anteriores en la cual un común denominador fue la falta de información ya que un alto porcentaje no conocía siquiera la existencia de un plan de contingencia.

Más de la mitad de las personas tuvo que auto evacuar, fallando la movilidad de las mismas hasta los centros de evacuados y aún así, de las personas que fueron evacuadas por organismos municipales; el resto fue evacuado por voluntarios de distinta índole. Aquí podemos observar dos motivos.

Un primer motivo puede ser que los elementos de telecomunicaciones fueran inexistentes, inadecuados o directamente deficientes.

Un segundo motivo puede ser que los mismos existan y sean adecuados, pero no se hayan desplegado en forma eficiente.

En lo referente a ayuda brindada en los centros municipales, a gran cantidad de gente le resultó insuficiente, o directamente no recibió elementos como ropa, colchones y frazadas, esto sumado a la situación de anegación de los no evacuados, o diferentes intereses personales, provocó que muchas personas que se encontraban afectadas por la inundación incurrieran en hechos de vandalismo. Todo esto muestra la necesidad de contar con un stock que informe dónde se encuentra el inventario completo, desde tecnología, hasta víveres para la gente que se encuentra anegada, controlado por un sistema de comunicaciones.

Agregando a esto, se identificó por parte de organizaciones no gubernamentales también la necesidad de una revisión del plan de contingencia y una revisión de la estructura de prevención mostrando deficiencias en este aspecto.

Otro factor común a las inundaciones en ambas zonas es la falta de estudio, ya sea a propósito o no, respecto de que es lo que realmente está sucediendo en dichas áreas. Como ejemplos tenemos falta información respecto a materia de obras públicas, conexiones interoceánicas, hidrovías, represas, fertilidad del suelo y plantaciones, entre otros.

Puntualmente en la zona de Santa Fe tenemos también una falta de interés oficial por los cambios en el comportamiento de los ríos.

Podemos ver que para estos planes de contingencia, no se tuvo en cuenta una solución respecto a las telecomunicaciones y como éstas podrían ayudar en una zona de desastre.

III. ¿Qué son las comunicaciones en zona de desastre?

En principio hay que diferenciar dos grupos que trabajaran en una zona de desastre. Los equipos de rescate que llegaran pocas horas luego de ocurrida la primer alarma. Y los equipos de ayuda humanitaria, que arribaran luego y permanecerán en el área por varios meses, incluso años. La tarea de los equipos de rescate es asistir a las víctimas en las primeras horas luego de ocurrido el desastre. Una vez que la situación ha sido medianamente controlada pasarán a escena los equipos de ayuda humanitaria.

Las necesidades de los equipos de rescate y los equipos de ayuda humanitaria son en ciertos aspectos similares, pero las necesidades operativas de ambos tipos de organizaciones son bastante distintas. En este documento se plantean principalmente soluciones para un equipo de rescate, pero la información puede ser útil a un equipo de ayuda humanitaria también.

IV. ¿Por qué TELEFONÍA MÓVIL?

La mayoría de los usuarios de los sistemas de comunicación utilizados en emergencias no son expertos en la materia y ven en estos sistemas un contrat tiempo. Les disgusta el hecho de tener que recurrir a complejos manuales y pasar horas de prueba y error antes de poder utilizar los sistemas que a los ingenieros tanto gustan.

Lo que parece ser algo natural para los ingenieros es en realidad hostil a los usuarios que sienten que están demasiado ocupados como para perder tiempo con estas irrelevancias. Estamos en una nueva era en que la tendencia “el cliente siempre tiene la razón” se traduce en que los usuarios estén mucho menos dispuestos a lidiar con la gente técnica que intenta imponerles un sistema distinto del que están habituados.

Prácticamente todas las personas saben utilizar un teléfono. Es por esto que el servicio de telefonía móvil es tan popular. Esto es un gran logro técnico. Detrás de escena, millones de dólares en computadoras y una inmensa red de estaciones base son invisibles a los usuarios. Por esta razón, al momento de elegir la tecnología con que desearían trabajar, la mayoría de los voluntarios y rescatistas se inclina hacia los teléfonos móviles.

El sistema de telefonía pública móvil, también conocido como sistema de telefonía celular es llamado formalmente Red Pública Móvil Terrestre (Public Land Mobile Network (PLMN)). Los sistemas de telefonía móvil funcionan de manera similar a otros sistemas de comunicación, por ejemplo, necesitan estaciones base adonde conectarse. En caso de desastre, es muy probable que estas no funcionen. Esto es debido a que son pocas las estaciones base que poseen generadores de energía para emergencias, y normalmente las baterías de resguardo duran solamente 8 horas. Además, confían en enlaces cableados o de microondas para conectarse a un sistema de conmutación computarizado llamado Controlador de Estación Base (Base Station Controller (BSC) o Mobile Telephone Switching Office (MTSO)). Si estos enlaces se interrumpen, o la BSC falla, entonces el sistema pierde toda funcionalidad.

Incluso si la PLMN sobrevive al desastre, un gran problema es que la mayoría de las estaciones base tienen capacidad para menos de 30 llamadas por celda. En un desastre, las estaciones que permanezcan en funcionamiento seguramente se verán saturadas de llamadas de la gente local, y el rescatista deberá esperar mucho tiempo antes que un canal se libere en la estación base para enrutar su llamada. Además, si el equipo de rescate no es de la zona, se puede encontrar con problemas para conectarse a las redes de los operadores incumbentes, o incluso configurar una suscripción válida que permita utilizar el servicio.

V. Anillos

Al trabajar en una zona de desastre una primer división surge del análisis de la severidad con que la zona ha sido afectada por el desastre. En el caso de las inundaciones el nivel de agua es uno de los factores más influyentes, y este varía dependiendo de la cercanía al foco de la inundación (rio, mar, lago, etc.) y de la altura con respecto al nivel del mar en esa zona.

De este análisis se desprende la necesidad de dividir toda el área afectada en anillos que representen el nivel de afección al desastre en esa zona. En lo concerniente a las comunicaciones, los anillos reflejarán el estado de los sistemas de comunicación en dicha área.

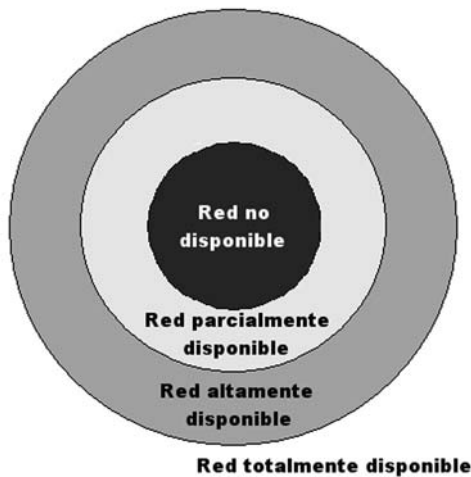


Fig. 2 Anillos

Anillo 1: el círculo central representa la zona más afectada. En esta zona los sistemas de comunicación quedaron inutilizados. El acceso es posible solamente con vehículos pequeños o a pie, razón por la cual en esta área se utilizan equipos portátiles pequeños como PDAs o teléfonos celulares. Las comunicaciones entre equipos y con el segundo anillo se realizan, en su totalidad, de manera inalámbrica.

Anillo 2: la zona intermedia presenta mejores condiciones que las del anillo 1 pero también ha sido afectada por el desastre. Las comunicaciones funcionan parcialmente y no están disponibles en la totalidad del área. El acceso con vehículos medianos es posible, lo que permite la utilización de equipos de comunicaciones de mayor porte. Las comunicaciones siguen manejándose de manera inalámbrica pero con mayores prestaciones y servicios. Los usuarios también pueden utilizar equipos personales de mayores características como laptops, y así manejar aplicaciones más exigentes. Esta área es dónde se ubican las estaciones de avanzada, además es el nexo entre el anillo 1 y el anillo 3.

Anillo 3: este último anillo ha sido poco afectado por el desastre y las comunicaciones originales funcionan casi en su totalidad. Los huecos que existan en el sistema de comunicaciones pueden ser reparados con rapidez ya que pueden acceder a la zona vehículos de cualquier porte con equipo y materiales diversos. En este anillo estará ubicado el centro de comando, que oficiará de vínculo entre los anillos 1, 2 y el mundo exterior. Las comunicaciones entre el centro de comando y los anillos serán inalámbricas, pero la comunicación con el mundo exterior puede ser por cualquier otro medio.

Una operación exitosa puede llevarse a cabo solamente si el hardware enviado a la zona de emergencia es capaz de funcionar sin demasiado planeamiento previo, y si el personal a cargo del mismo está compuesto por profesionales autosuficientes. El planeamiento es imposible porque los equipos no tendrán forma de saber por adelantado adónde serán enviados (donde ocurrirá el próximo desastre), o qué sistemas existentes podrán encontrar aún funcionando en el sitio, si es que existe alguno disponible, incluso electricidad.

Del lado positivo, las operaciones de rescate y emergencia duran en promedio de 1 a 4 semanas, por lo tanto las instalaciones podrán ser de carácter “temporario”, facilitando y agilizando el despliegue.

VI. Equipos

Aquí desarrollaremos una descripción de características que deberán contener los equipos a utilizar:

A. Container del Core

El Container se encuentra en el anillo más externo. Es necesario instalar el centro de comando en poco tiempo y tiene que tener una capacidad de procesamiento más que importante, ya que en este punto es el enlace entre el área anegada y el exterior. En este punto no solamente debe de pensarse en el concepto de “personal de salvataje”, sino que además debe pensarse que es donde estarán y se intercomunicarán las víctimas y los medios gráficos, televisivos etc.

Este equipo también tiene que estar protegido contra una variedad de ambientes hostiles que puedan presentarse en una zona de inundación. Las características mas salientes de dicho core son:

- Racks con unidades de 19”.
- Paneles para fibra óptica, RJ45 y bandejas pasacables en caso de necesitar pasar otro tipo de cables.
- Alimentación de 220/380 Volts trifásica a 380 Amper por panel.
- Soporta temperaturas de -29C a 54C (exteriores).
- Hasta 100% de humedad condensada (exteriores).
- De 10C a 35C con 80% de humedad relativa no condensada.

- Soportar altitud mayor a 3000 metros.
- Capacidades de Switching, Storage, routing y servers para soportar todo el tráfico VoIP y Datos.

Un ejemplo de esto es el BlackBox S20 de Sun o el ICE Cube de Intel.



Fig. 3 Sun BlackBox S20 ante una simulación de un terremoto 6.7 en la escala Richter.



Fig. 4 Sun BlackBox S20 siendo fácilmente transportando en terreno no preparado.

A su vez debe soportar la versatilidad de configurarlo según la necesidad tanto en el momento previo a la inundación, como la capacidad de ir agregando equipamiento una vez desplegado el core. Entre los fabricantes de este tipo de soluciones, podemos encontrar marcas como Moxa, Smartronics, Reeves, Rugged Devices y empresas de fabricaciones militares.



Fig. 5 Sun BlackBox S20 en el África.



Fig. 6 Ice Cube de Intel siendo presentado.

B. Equipamiento Rugged

El equipamiento RUGGED de los rescatistas es una necesidad en este tipo de ámbitos. Al momento de elegir equipamiento debemos de tener en cuenta el ambiente en el cual se va a utilizar. Los mismos deberán soportar lluvia, humedad frío; pero difícilmente estarán expuestos a radiaciones o explosiones.

B.1. PDA o Handhelds:

Este tipo de equipamiento será el que transportarán los rescatistas que se encuentran en el primer anillo, el más interno al área de desastre. Para este personal necesitaremos equipo con alta versatilidad, fácil asimilación de uso y capacidad de procesamiento, conexión WLAN, GPS y CDMA o 3G para conectarse con los equipos del segundo anillo para transportar voz o datos. Y sumado a todo esto la ya mencionada capacidad rugged. Como ejemplo de esto tenemos el Motorola MC75, Intermec, el bluebird BIP5000. Todos con certificación IP54.

También podemos tener Handhelds, sin capacidad CDMA o 3G; pero sí con WLAN. Este equipamiento sería útil para la gente que se encuentre en el segundo anillo; pero tiene que estar en ambientes no cubiertos y con la necesidad de contar con un equipo ágil. Para esto tenemos la GETAC PS535E con certificación MIL-STD 810F e IP54 o la TDS Nomad 800-L que permite su ejecución con distintos sistemas operativos y certificación IP67.



Fig. 7 Motorola MC75 Rugged Device



Fig. 8 TDSNomad 800-L

B.2. Celulares:

Está planificado para emplearse dentro de los tres anillos, pero mayormente en los anillos externos y medios, ya que en el anillo más interior está planeado proporcionarles los PDA / HANDHELDS anteriormente mencionados para brindar la mayor portabilidad en el menor tamaño posible dado que el anillo interno es el que contiene el ambiente más hostil.

A medida que nos alejamos de la zona mayormente anegada, las certificaciones y exigencias que los equipos deben cumplir van disminuyendo.

Importante que los celulares sean, al igual que los Handhelds, CDMA o 3G. Aquí tenemos equipos como el Sanyo SCP-7050 o el Kyocera KX12.



Fig. 9 Sanyo SCP-7050

B.3. Laptops:

Aquí tenemos alto poder de procesamiento y resistencia en los distintos anillos. Para esto hay máquinas como la RNB230. Estos equipamientos no tienen gran capacidad de almacenamiento; pero sí alto poder de procesamiento y resistencia. Estos equipos están planeados para desempeñarse principalmente en el anillo externo y la radiobase en ambientes más cubiertos, como ser dentro del hummer o carpas.



Fig. 10 Notebook rugged en una prueba de impermeabilidad

C. Estación Base Celular Desplegable

Es un sistema completo de telefonía celular, que provee tecnología para comunicaciones móviles seguras, confiables y sensibles. El sistema es compacto, fácil

de operar, y de fácil despliegue, ofreciendo comunicaciones móviles tanto para voz como datos. La estación base desplegable utiliza la probada tecnología celular 3G CDMA en el espectro de 1,25 MHz y soporta velocidad de transferencia de datos de hasta 153kbps. Permite crear redes privadas con autenticación y registración de usuarios, permitiendo el acceso a equipos designados solamente, evitando una sobrecarga del sistema debida a llamadas públicas. Varias Estaciones Base pueden compartir una red privada, permitiendo el roaming de usuarios entre estaciones.

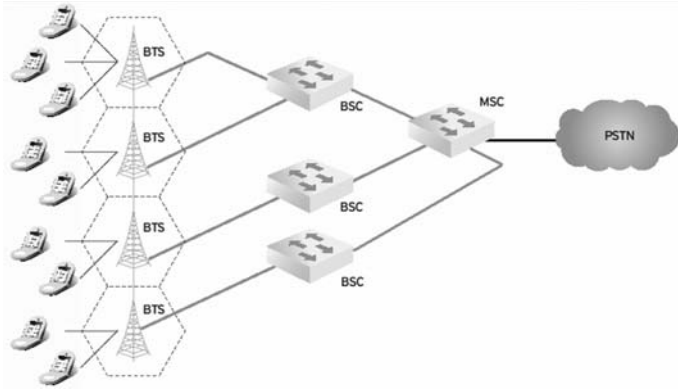


Fig. 11 Modelo de red celular



Fig. 12 Estación base celular desplegable de Qualcomm

Algunas características de las estaciones base desplegables son:

- Proveen una solución móvil para comunicaciones tácticas o de equipos de emergencia.
- Soportan pico celdas o macro celdas para variar el área y capacidad de cobertura.
- Permiten reenviar tráfico proveniente de otras estaciones base.
- Operan en modalidad stand-alone o como interfaz de redes comerciales o privadas.
- Utilizan IP para toda la interconexión entre componentes.
- Soportan teléfonos móviles con estándares militares de seguridad.
- Pueden ser montados en vehículos o en racks transportables.
- Voz y Datos de calidad.
- La solución 3G permite velocidad de datos de hasta 153kb
- Trabajan en bandas celulares entre 800 y 1900MHz.
- Pueden manejar hasta 150 usuarios en cada BTS.
- Cada BSC soporta hasta 12 BTSs.
- El sistema se despliega en 15 minutos (sin incluir la antena).
- Radio de cobertura de hasta 15 kilómetros.
- Capacidad de llamadas y cobertura escalable por módulos.
- Soporte para múltiples frecuencias en simultáneo.

La Estación Base Celular puede trabajar en conjunto con una Estación Base de Banda Ancha. Ésta también es transportable y rápidamente desplegable. Posee características muy similares a su par celular con la diferencia de que en este caso el servicio brindado es de banda ancha para datos. Este sistema puede transmitir datos a velocidades de hasta 3.1Mbps, convirtiéndose en un excelente aliado de la Estación Base Celular Desplegable y conformando en conjunto una completa solución de telefonía y datos móviles de grandes prestaciones.

Cabe destacar que el sistema de Banda Ancha puede brindar servicio de telefonía VoIP, permitiéndole prescindir de la Estación Base Celular si esta tecnología de telefonía es admisible como solución.

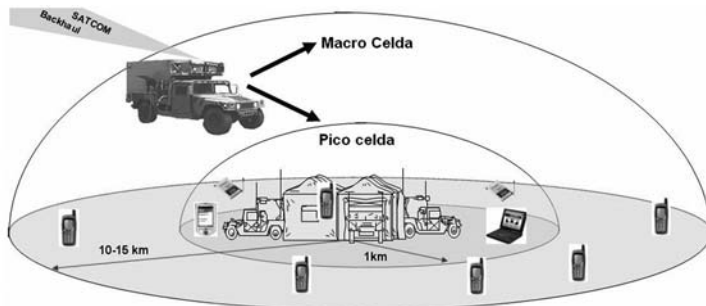


Fig. 13 Estación de avanzada

D. Terminal satelital de banda ancha

Estos equipos son el nexo entre las estaciones base móviles. Utilizan bandas C, Ku o Ka para satisfacer una intensa demanda de tráfico IP de banda ancha. Proveen comunicaciones de dos vías, con alto nivel de seguridad, utilizando antenas de entre 1.2 y 2.5 metros completamente automáticas. La topología de malla completa (full-mesh) utilizada reduce hasta en un 50% el retardo comparada con sistemas TDM/TDMA. Esta reducción es crítica al trabajar con aplicaciones en tiempo real.

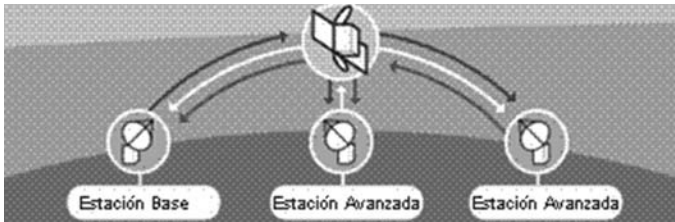


Fig. 14 Topología Full-Mesh

Varios fabricantes han implementado en estos equipos tecnologías que permiten compartir el ancho de banda entre terminales remotos, ajustando el tamaño del canal satelital al tráfico de datos del momento.

La antena automática permite desplegar el sistema y estar operativo en menos de 10 minutos con tan solo oprimir un botón y con un operador mínimamente entrenado. Esta antena es fácilmente instalable en un vehículo mediano.

La mayoría de los sistemas incluyen: router, switch Ethernet, Gateway y la antena auto-ajustable.



Fig. 15 Terminal satelital ViaSat Flyaway

Algunas características más del sistema son:

- Utilizado por varias agencias de gobierno, militares y de emergencia.
- Conexión todos con todos a través de la malla completa (full-mesh).
- Retardo reducido gracias a la topología de malla completa.
- Antena autoajustable completamente automática.
- Fácil de transportar.
- Despliegue rápido y con entrenamiento mínimo.
- Seguridad a través de varios niveles de encriptación.
- Uso eficiente del ancho de banda.
- Soporte para QoS y VLAN.

E. Generadores eléctricos transportables

Existen infinidad de soluciones para abastecer de electricidad a los equipos mencionados anteriormente. Desde pequeños motores de 2 tiempos conectados a un generador, hasta trailers del tamaño de un contenedor pequeño con capacidad de generar más de 300kVA. Muchos de estos equipos se consiguen en formato Rugged, lo que garantiza su funcionamiento en casi cualquier ambiente. Soportan temperaturas de -30° a 50° Celsius, pueden trabajar en condiciones de extrema humedad, polvo, arena, altitud, evitan interferencia electromagnética con otros equipos, y producen bajo nivel de ruido.



Fig.16 Generador eléctrico rugged DRS Fermont de 5kVA



Fig. 17 Generador eléctrico Himoinsa de 338kVA con motor Iveco

Los equipos de comunicaciones utilizados en el anillo intermedio posiblemente sean ubicados en vehículos medianos, que además podrán transportar su propio generador eléctrico. El mismo tendrá una potencia de alrededor de 4kVA, suficiente para alimentar a las Estaciones Base portables y los equipos satelitales. Estos generadores funcionan con un motor de combustión interna de 2 o 4 tiempos de baja cilindrada. La autonomía promedio es de 9 horas con un tanque de 25 litros de combustible.

En el anillo externo se encuentra el Core, donde están los equipos más grandes. Es probable que la red de suministro eléctrico no haya sido severamente dañada en este anillo, pero si éste no fuera el caso, será necesario abastecer a los equipos de Core con generadores de gran porte. Éstos son transportados en un tráiler especial, diseñado específicamente para llevar solamente el generador. También son motores convencionales, pero de mayor cilindrada, similares a los de un camión. Los mismos pueden generar varios cientos de kVA y permanecer en funcionamiento por cerca de 7 horas con un tanque de 400 litros de nafta o diesel, dependiendo del modelo.

VII. Servicios

A. Capacidad de almacenamiento y procesamiento

Se cuenta con recursos de procesamiento y almacenamiento en el core adaptables a las necesidades tanto planeadas previamente como a las que surjan en el momento del desastre. Con 1.2TB por unidad de Rack de almacenamiento y procesamiento Hectacore de 1.2GHZ UltraSparc T2 Plus con 64GB de Ram por unidad de Rack.

B. Comunicaciones inalámbricas en el Core y los puestos de avanzada

Todos los equipos podrán conectarse a la red de cada puesto de forma inalámbrica usando tecnología WiFi para conseguir un ancho de banda de hasta 54Mbps para acceder a los datos.

C. Comunicaciones de Voz y datos GRPS

Mediante los equipos de red celular se proveerá servicio para entre 50 y 150 personas por base móvil. Cada uno obtendrá un canal de voz celular y un ancho de banda de entre 1,5 y 3 Mbps dependiendo de la congestión de la celda y de la capacidad de enviar SMS.

D. Rastreo GPS,GPRS/SMS

Utilizando equipos GPS que obtienen la posición relativa triangulando las distancias a las señales de los satélites cercanos y la transmiten sobre la red celular a un equipo central con una interfaz de ubicación de las señales GPS.

VIII. Funcionalidad

Cuando hablamos de funcionalidad nos referimos a los procesos y las aplicaciones que van a estar disponibles cuando el sistema de comunicaciones esté funcionando, lo que implica conectividad de voz y datos en general.

A continuación detallaremos un listado de posibles aplicaciones:

- A. Comunicaciones de voz entre todos los involucrados (rescatistas, voluntarios), esto puede ser por el servicio de voz celular o bien con aplicaciones de VoIP o PTT.
- B. Comunicaciones con la red pública terrestre. Se pueden realizar llamadas a teléfonos fijos desde cualquier punto de la zona afectada. (contando con una conexión de parte de las telefónicas).
- C. Comunicación generalizada de eventos. Por medio de un SMS se puede transmitir información relevante rápida y eficazmente a todo el personal o a grupos por separado.
- D. Localización y seguimiento de cargamentos y personas, vía GPS en conjunto con GRPS o SMS se puede informar la posición minuto a minuto a un centro de control en el cual por medio de una aplicación sitúa en un mapa las señales recibidas. Este mismo sistema se utiliza para el control de recursos humanos para la correcta distribución de los mismos sobre toda la zona afectada.
- E. Identificación de personas por medio de huellas digitales. Se cuenta con PDAs o Notebooks muy completas que permiten utilizar lectores biométricos para huellas digitales. Esto con una aplicación de identificación y acceso a los datos

de la base del registro nacional de las personas ayuda a tener un listado actualizado y eficaz de las víctimas rescatadas.

- F. Manejo de stock de medicamentos, alimentos etc. mediante tecnología RFID, centralizando los datos de todos los puestos de avanzada.
- G. Localización de posibles víctimas mediante rastreo de la señal de los celulares hogareños. Teniendo 3 o más celdas pueden rastrearse las señales de los celulares de las víctimas para tener una posición aproximada de donde buscarlos.
- H. Procesamiento de datos en el centro de cómputos para alivianar la carga de trabajo y liberar la carga los anillos internos.
- I. Centro de Prensa para la correcta distribución de la información periodística.
- J. Acceso al estado del clima en tiempo real ya sea comunicado por el centro de control o por una aplicación a través de Internet.
- K. Control de funcionamiento de maquinarias y equipos por GRPS/SMS mediante equipos que permiten enviar la información a través de la red celular. El sistema permitirá generar reportes en cualquier momento para la toma de decisiones, puede fijar criterios de funcionamiento y controlar remotamente las máquinas (Ej. aires acondicionados para mantener mercaderías)

IX. Conclusiones

En la investigación realizada se observan varios puntos a tener en cuenta al buscar una solución de comunicaciones en una zona de desastre. En general se tiende a pensar en estos puntos desde una perspectiva meramente técnica sin tener en cuenta el resto de la problemática. De esto se desprende que una solución puede ser técnicamente óptima pero fracasar si no tiene en cuenta el resto de los aspectos no técnicos.

Un punto que incumbe tanto a la perspectiva técnica como a la no técnica, es la rapidez y facilidad de despliegue de la solución. Esto es sumamente importante ya que en una situación en la que hay vidas en riesgo, evitar la desorganización y la pérdida de tiempo es esencial

Una característica técnica imprescindible es la garantía de que los dispositivos seguirán funcionando sin importar a qué circunstancias se vean sometidos. Los equipos RUGGED le brindan al personal la tranquilidad de no estar pendiente de la integridad de los equipos.

Una de las conclusiones más importantes de esta investigación es que la tecnología celular es, a nuestro entender, la más apta para brindar las comunicaciones en la zona de desastre. Su masiva inclusión en la sociedad, la facilidad de uso, sumado a la baja

pérdida de señal por interferencia comparado con otras tecnologías inalámbricas son algunas de las bases en las que se fundamenta esta elección.

Un detalle no menor es que las bandas del espectro en las que trabaja la tecnología celular son licenciadas, lo cual introduce un factor más a tener en cuenta desde el marco legal. Por esto es necesario que en caso de emergencia, exista una legislación que otorgue el manejo de estas bandas al equipo de rescate dentro de la zona afectada.

X. Bibliografía

[1] Cruz Roja Argentina – Sede Central “Argentina: Inundaciones en Santa Fe - Informe de Situación”, Argentina, 05 de Mayo 2003.

[2] Universidad Nacional del Litoral “Monitoreo del Plan de contingencia para Inundaciones de la Municipalidad de Santa Fe, desde la perspectiva de la población afectada”, Argentina, 02 de Abril 2007

[3] Clarín Sociedad “Un plan de Contingencia que Falló”, 01 Abril 2007

[4] Carla Rossignoli y Cecilia Ponce, Boletín de prensa UNDP “Informe sobre el desarrollo humano 2007/2008 ‘La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido’”, Mayo 2006

[5] Diputado Nacional Arq. Hugo Storero “Ante la contingencia, no hubo plan”, Argentina, 15 Abril 2007

[6] Jenny Maturana, Mónica Bello, Michelle Manley “Antecedentes históricos y descripción del fenómeno El Niño, Oscilación del Sur.”, Chile, 2004 Aprox.

[7] Evangelina Himitian – La Nación “El desmonte, posible detonante de la inundación en Salta”, Argentina, 10 de Abril 2006

[8] Ing. Civil Bruno V. Ferrari Bono “Jornada de Debate sobre Riesgo Hídrico, inundaciones y catástrofes”. Argentina , 29 de Marzo 2004

[9] Diario Clarín “Un temporal en Jujuy provocó derrumbes de viviendas e inundaciones”, Argentina, 12 de Abril 2006

[10] Raúl Seggiaro, Héctor Rodríguez, Marita Couto, Ana Silvia Símesen, Marta de Viana, Silvia Barrios, Ana María Tuñón, Liliana Medina, Sebastián Cardó y Matías Duarte, Universidad Nacional de Salta, “Informe Comisión Oficial realizada a los Lotes 32 y 33”, 9 de Agosto 2004

[11] IEC, “IEC Internacional Standard 60529 Edición 2.1 “ Suiza, 2001-2

[12] TDSWAY “TDS Nomad Data Sheet” Disponible en http://www.tds way.com/binaries/nomad/docs/TDS_Nomad_data_sheet.pdf

- [13] Motorola “Specification sheet” Disponible en http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Mobile%20Computers/Handheld%20Computers/_Documents/MC75_SS_0608_V9.pdf
- [14] Rugged Mobile Systems “BIP5000 Data Specifications” Disponible en <http://www.rm-systems.co.uk/BIP-5000%20RM%20Vsn%202-02.pdf>
- [15] Getac “PS535E Rugged device bochure” <http://getac.com/getac/English/products/files/PS535Ebrochure.pdf>
- [16] Sanyo “SCP-7050 Spec Sheet” Disponible en <http://www.sanyowireless.com/fdownload.aspx?r=2&q=223>
- [17] Rugged Notebooks “RNB230 Brochure” Disponible en http://www.ruggednotebooks.com/detail/RRMax/RNB230_Brochure.pdf
- [18] Secretaría de comunicaciones, Disponible en www.secom.gov.ar
- [19] Comisión Nacional de Comunicaciones, Disponible en www.cnc.gov.ar
- [20] Swe-dish satellite systems “SWE-DISH FA150T MIL FLY-AWAY, Disponible en <http://www.swe-dish.com>
- [21] Satcom resources “Andrew Antenna 1.8M Type 183 C-Band RxTx Class III Circular Polarized (Intelsat) Antenna System Features “Disponible en <http://www.satcomresources.com/andrew.jsp>
- [22] Seavey Antenna “Model AS72S-117140/A - 1.8M PortableSatellite” Disponible en <http://www.seaveyantenna.com/catalog/p28/pg28-30.htm>
- [23] Sattelite and Ground Network Telecommunications “Telecommunications and Sattelite services”, Disponible en <http://www.intelsat.com/services/telecom/>
- [24] Qualcomm., diferentes especificaciones, disponible en www.qualcomm.com
- [25] ViaSat, diferente especificaciones, disponible en <http://www.viasat.com/>
- [26] FEMA Federal emergency management agency, disponible en http://www.fema.gov/spanish/index_spa.shtm

ANEXO I

Tecnología que se está usando en el mundo

Ejemplo de implementación de una red inalámbrica en la zona de desastre del huracán Katrina.

El Huracán Katrina fue un ejemplo de la devastación que puede causar un desastre natural en un área poblada. La tormenta categoría 3 impactó la costa sudeste de Louisiana (EEUU) el 29 de agosto de 2005, dejando un estimado de US\$75.000 millones en daños y 80% de la ciudad de New Orleans inundada. Cuando los primeros grupos de rescatistas llegaron a la zona, se encontraron con que la infraestructura de comunicación que todavía seguía funcionando era escasa o nula. Los reportes indicaron que el Katrina voló más de 1000 torres de celulares, 3 millones de líneas telefónicas terrestres destruidas, y 38 call-centers del 911 quedaron fuera de operación.

La Agencia Federal de Manejo de Emergencias de EEUU (FEMA por sus siglas en inglés) contactó a empresas líder de las telecomunicaciones de este país para que implementaran una solución de emergencia para brindar el primer apoyo de comunicaciones inalámbricas a los rescatistas.

Ambas empresas, una de equipos celulares e inalámbricos de gran porte y otra de equipos satelitales debían configurar un sistema que fuera de rápido despliegue y que pudiera ser transportado a la región afectada velozmente.

En esta solución particular se utilizó una estación base portable de Qualcomm (QDBS) junto a terminales satelitales transportables ViaSat LinkWay en banda Ku para el backhaul hacia la red terrestre. El sistema completo fue llevado en cinco racks transportables; dos para el sistema celular, uno para el modem LinkWay y equipo de banda base, y dos para la antena satelital y electrónica de radiofrecuencia.

A. Descripción general del sistema celular/satelital utilizado en New Orleans durante el desastre del Huracán Katrina

La QDBS es un sistema celular CDMA2000 que incluye un sitio para celdas, el hardware para el enrutamiento de llamadas y un soft switch. El sistema puede proveer servicio a usuarios en una configuración de pico celda, con un radio de cobertura máximo de 1 kilómetro desde la estación base, o en una macro celda cubriendo un radio de entre 10 y 15 kilómetros. El “domo” temporal de comunicaciones que genera también puede tomar diferentes formas para cubrir solamente un área geográfica o población.

La QDBS maneja una combinación de voz y datos, y puede proveer llamadas de voz seguras hasta nivel Tipo 1. El primer sistema desplegado para FEMA podía procesar

hasta 150 llamadas simultaneas desde dispositivos móviles, 46 llamadas de móvil a fijo, y datos vía inalámbrica.

El componente satelital está compuesto de un terminal ViaSat IP SATCOM Flyway banda Ku. El estándar flyaway es totalmente plug-and-play, e incluye un modem ViaSat LinkWay, TCP-PEP para acelerar los datos IP, router y switch Ethernet. La antena era de 1.2 metros auto ajustable que puede ser desplegada y puesta en operación en menos de diez minutos, y requiriendo un mínimo entrenamiento para el operador.

El sistema LinkWay utiliza comunicaciones de malla completa (full-mesh) que reducen el retardo en la red a un mínimo, debido a que realizan un solo salto de terminal a terminal, eliminando la figura del Hub o concentrador. La tecnología de asignación dinámica de recursos de ancho de banda de ViaSat (ViaSat Dynamic Bandwidth Resource Allocation (DBRA)) divide el ancho de banda entre los terminales remotos y ajusta el tamaño del canal satelital para igualar el tráfico de datos evitando la necesidad de adquirir y pagar por ancho de banda extra sólo para tener margen en picos de tráfico. En el lado del “gateway” del backhaul, se agregó hardware Cisco para el manejo de las llamadas entrantes hacia la PSTN.

Los equipos de rescate podían acceder a la red utilizando teléfonos móviles comerciales con tecnología CDMA2000, o utilizando teléfonos seguros QSec-2700 de Qualcomm (solo para llamadas entre móviles). Para el acceso a internet y a servicios de datos de alta velocidad, los rescatistas utilizaron tarjetas de red inalámbricas para PDAs y computadoras portátiles.